

<i>Zeitschrift für Wirtschaftsgeographie</i>	<i>Jg. 40 (1996)</i>	<i>Heft 3, S. 129-143</i>	<i>Frankfurt a.M.</i>
--	----------------------	---------------------------	-----------------------

Hermann Kreutzmann, Bonn

## Wasser als Entwicklungsfaktor in semiariden montanen Siedlungsräumen

Systemansatz und Entwicklungspotential

### Einführung

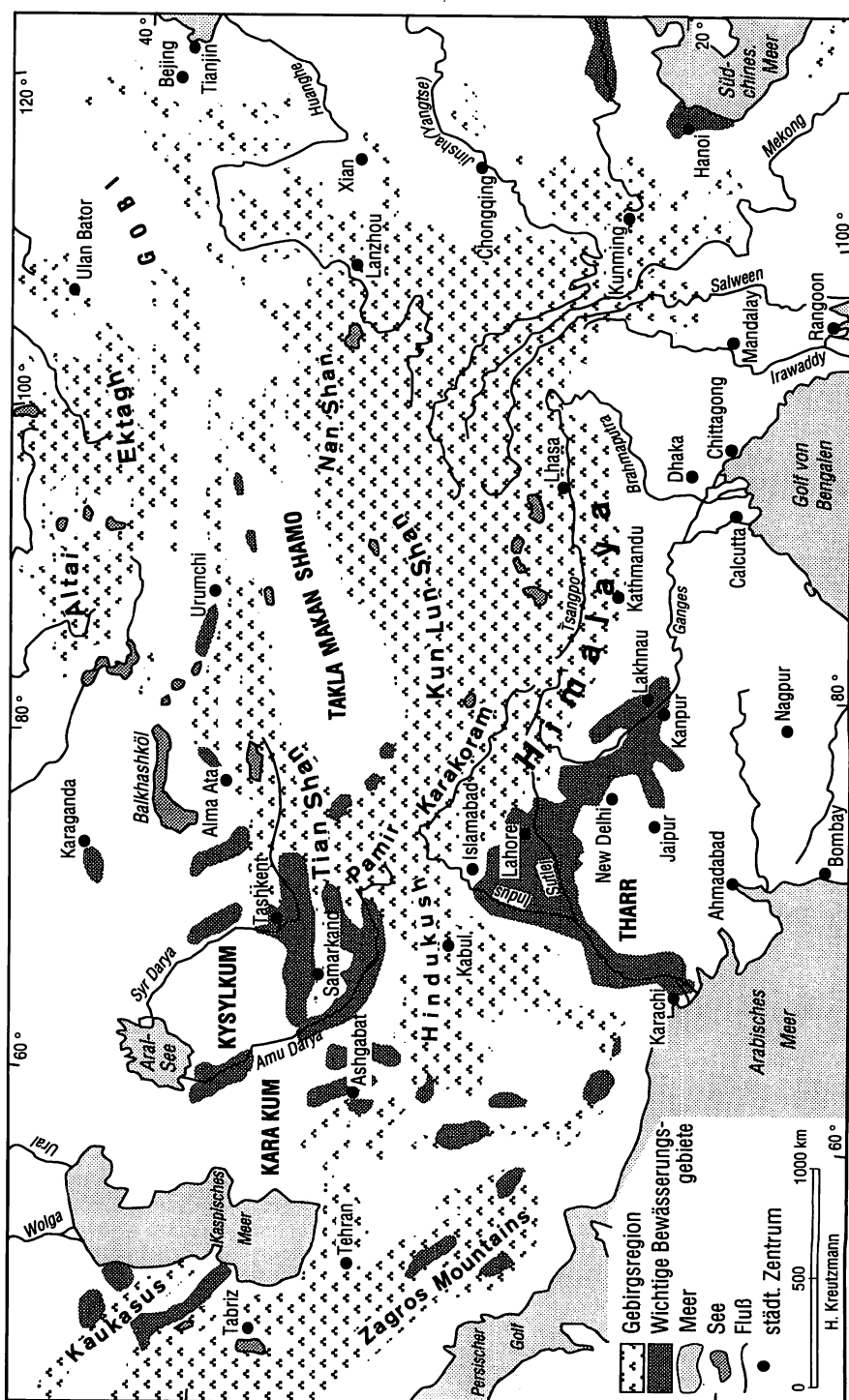
Im Rahmen der Agenda 21 wurde auf dem sogenannten Erdgipfel in Rio de Janeiro 1992 (*United Nations Conference on Environment and Development*) eine Denkschrift vorgelegt, die einerseits die Bedeutung der Hochgebirge als Ressourcenspende und andererseits als strategisch wichtige Region für das Überleben der Menschheit herausstellte. Beide Aspekte werden besonders deutlich bei der Betrachtung des innerasiatischen Hochgebirgsgürtels, von dessen Wasserressourcen ein signifikanter Teil der Weltbevölkerung direkt abhängt (Abb. 1). Große Bewässerungsgebiete in den vorgelagerten Trockenräumen werden durch Fremdlingsflüsse aus diesem ausgedehnten Gebirgsgürtel gespeist. Wasser gilt gerade in ariden Zonen als eines der Schlüsselprobleme der Zukunft. Die erwähnte Denkschrift zur Umwelt- und Entwicklungskonferenz kennzeichnet Hochgebirge als „water towers of modern civilization“, die in ihrer Funktion als Rohstoffspeicher geschützt werden müssen (vgl. die zur Konferenz vorgelegten Publikationen: Mountain Agenda 1992, pp. 4-5; STONE 1992, pp. 120-121; eine Einschätzung dieser politisch-ökologischen Zäsur diskutiert LIPIETZ 1993, pp. 77-106). Eine Vielzahl von Faktoren werden zur Erklärung der Wirkungszusammenhänge sowie ihrer tatsächlichen und potentiellen Gefährdung dort aufgeführt.

In dieser Bestandsaufnahme wird gleichzeitig deutlich, wie Hochgebirge mit den dort vorhandenen Ressourcen für den Nutzen der Vorlandgesellschaften instrumentalisiert worden sind. Neben anderen Rohstoffen spielt Wasser hier eine besondere Rolle. Die ausgedehnten Bewässerungsoasen am Gebirgsrand – wie beispielsweise im Fünfstromland Indiens und

Pakistans, in den Oasen der südlichen Seidenstraße oder im Fergana-Becken – belegen die großflächige Inwertsetzung dieses Potentials, das entscheidend zur Ausbildung überregional bedeutender Handels- und Kulturzentren beitrug. Seit der Kolonialzeit wurden diese Gebiete mit hohem technischen und finanziellen Aufwand ausgebaut. In ariden Zonen entstanden ausgedehnte Kolonisationsgebiete, in denen Weltwirtschaftsgüter erzeugt werden (Getreide, Baumwolle). Direkt mit dem technischen Konzept und der Bewirtschaftung dieser Bewässerungsregionen verbunden ist die Errichtung von Stauwehren, Speicherbecken und Kanalsystemen. Der zeitversetzte Bau von Staudämmen vor allem an der Südseite des innerasiatischen Hochgebirgsgürtels diente zum einen der Abflußregulierung und Anpassung von Wassergaben an die Bedürfnisse einer spezialisierten Landwirtschaft.<sup>1</sup> Zum zweiten repräsentiert Energieerzeugung einen immer wichtiger werdenden Bereich der Wassernutzung und dient zur Befriedigung eines stetig wachsenden Bedarfs an Elektrizität im Gebirgsvorland.

Beide Bereiche stellen wichtige Maßnahmen der nach dem Zweiten Weltkrieg einsetzenden Entwicklungszusammenarbeit dar. Bis in die siebziger Jahre waren Bewässerungsprojekte und Staudambbauten nahezu konkurrenzlose Projektvorhaben der Wassernutzung (vgl. Abb. 1) und fanden in wissenschaftlichen Untersuchungen zur Bewässerung in Innerasien alleinige Berücksichtigung.<sup>2</sup> Erst in jüngerer Zeit läßt sich ein schrittweiser Rückgang solcher Mammutprojekte zugunsten von Kleinvorhaben der integrierten ländlichen Regionalentwicklung verzeichnen (HUPPERT/WALKER 1988, p. 16). Der explizite Armuts-

Abb. 1: Innerasiatischer Hochgebirgsgürtel und Bewässerungsgebiete

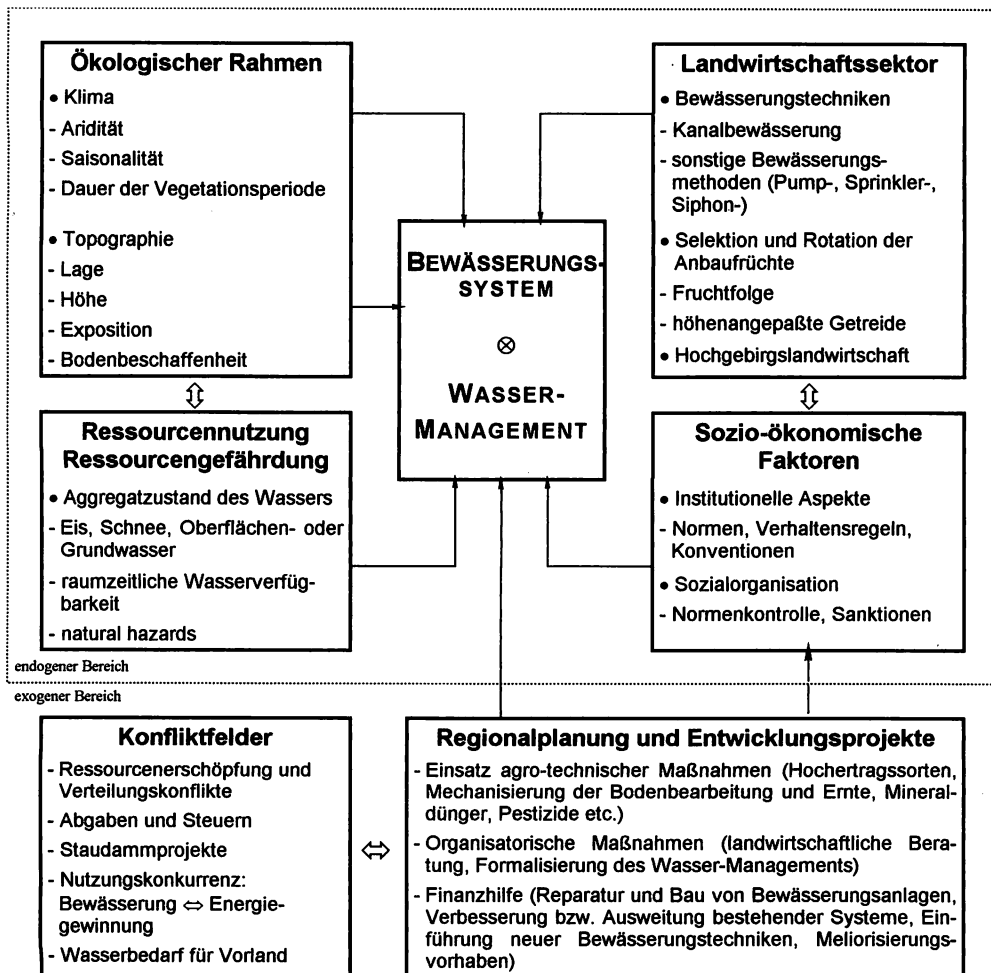


bezug der letztgenannten Projekte und die Zielgruppenorientierung zugunsten von Kleinbauern hat dazu beigetragen, daß Entwicklungsmaßnahmen verstärkt auch in Hochgebirgen der Dritten Welt selbst durchgeführt wurden.<sup>3</sup> Bewässerungsvorhaben setzen auch dort in Gebieten mit traditionell vorhandener Irrigation an. In erster Linie haben diese Projekte sich der Nahrungssicherung einer wachsenden Bevölkerung durch Ausdehnung der Anbauflächen, Erhöhung der Produktivität und Verlängerung der Anbauperiode verschrieben.

## Untersuchung von Bewässerungssystemen

Diese allgemein formulierten Zielvorgaben treffen in konkreten Projektvorhaben auf ein komplexes Zusammenspiel ökologischer Rahmenbedingungen mit angepaßten Landwirtschaftspraktiken und sozioökonomischen Konstellationen, deren ungenügende Berücksichtigung und Einbeziehung in die Implementierung häufig das Scheitern solcher Maßnahmen bewirkt hat. Die Probleme in Verbindung mit Großprojekten sind hinlänglich bekannt und

Abb. 2: Bewässerung im Hochgebirge – Systemelemente



Quelle: eigener Entwurf

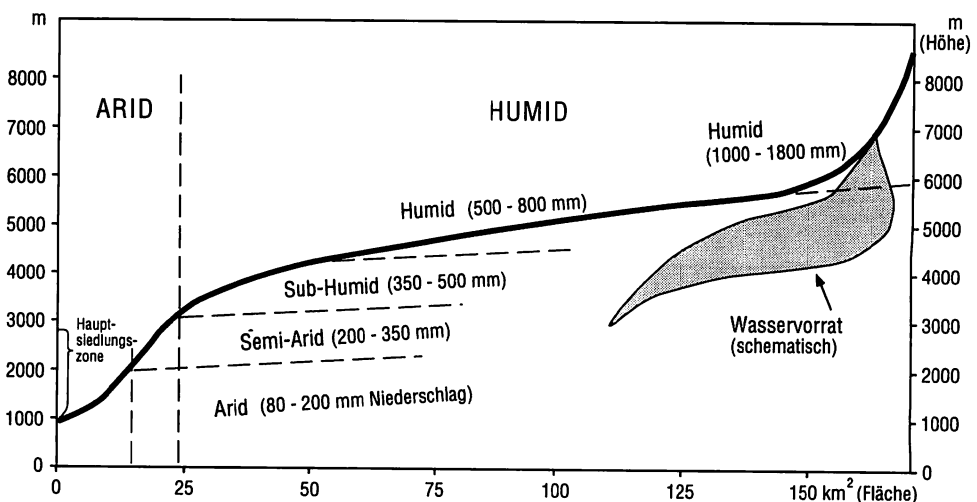
wiederholt thematisiert worden. An dieser Stelle soll das Themenfeld der kleinräumigen, dezentralisierten Bewässerung in Hochgebirgs-Siedlungsräumen diskutiert werden (Abb. 2). Der Komplexität der Zusammenhänge entsprechend bietet sich ein systemtheoretischer Ansatz zur Analyse von Bewässerungssystemen im Entwicklungsprozeß an. Nach der Definition von HUPPERT/WALKER (1988, p. 22) verhalten sich Bewässerungssysteme als „Systeme, in denen spezifische Personengruppen in organisierter Weise versuchen, an einem festgelegten Standort Wasser so zu nutzen, daß die dabei erstellten bewässerungsspezifischen Produkte und Dienstleistungen die Ziele der Wassernutzer und anderer betroffener Interessengruppen ausreichend befriedigen.“

Auf der Grundlage dieser allgemeinen Definition, die die Produktions- und Organisationszusammenhänge sowie die angemessene Befriedigung der Nutzerbedürfnisse herausstellt, sollen Entwicklungspotentiale in der Bewässerungslandwirtschaft konkretisiert werden. Die Elemente des Bewässerungssystems (Abb. 2) tragen in ihrer spezifischen Wirkungsweise zur Ausprägung menschlicher Aktivitäten in den Trockenräumen der Hochgebirge bei. Zur Ver-

deutlichung der Verflechtungen von Umweltbedingungen und Anpassungsstrategien seien die verschiedenen Elemente hervorgehoben.

Klimatische Rahmenbedingungen, die Aridität, Saisonalität und Dauer der Vegetationsperiode bestimmen, spielen ebenso eine wichtige Rolle innerhalb des Bewässerungssystems wie topographische Lagebeziehungen. Obwohl die Inwertsetzungspotentiale einen wesentlichen Bestandteil der ökologischen Rahmenbedingungen darstellen, wurden Ressourcennutzung und -gefährdung als spezielle Faktoren für das Bewässerungspotential separat aufgeführt. Die raumzeitliche Wasserverfügbarkeit und die Beschaffenheit bzw. Anzapfungsmöglichkeiten von Wasserspeichern sowie die Risiken ihrer Nutzung stehen in direktem Zusammenhang mit dem Bewässerungssystem. Die Anwendung spezieller Irrigationstechniken spielt für die Organisation von Bewässerungssystemen eine wichtige Rolle. Die Selektion und Rotation der Anbaufürche ist rückgekoppelt mit Wasserbedarf und -angebot. Trockenheitstoleranz fungiert in Engpaßsituationen als ein bedeutendes Kriterium der Auswahl. Fragen der Institutionen und Sozialorganisation bilden zentrale Bestandteile von Bewässerungssystemen. Sie reflektieren gesell-

**Abb. 3:** Hypsometrische Kurve für das Einzugsgebiet des oberen Indus



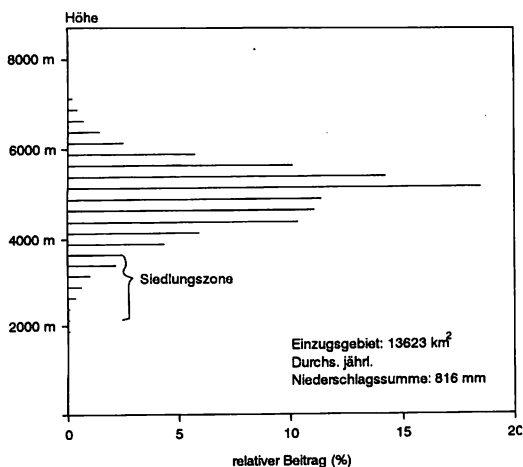
Quelle: nach HEWITT 1989, p. 12

schaftliche Organisationsformen und ökonomische Entwicklungen. Dieses offene System erfährt Beeinflussungen von außen, die einmal unter Konfliktfeldern – wie Abgaben, Steuern, Nutzungskonkurrenz etc. – subsumiert werden, zum anderen erscheint hier der Bereich der Regionalplanung und Entwicklungszusammenarbeit. Letzterer ist wesentlich für Umstrukturierungen und Modernisierungsmaßnahmen im kleinbäuerlichen Bereich verantwortlich zu machen. Der Einsatz agrotechnischer und organisatorischer Maßnahmen zur Implementierung von ländlicher Regionalentwicklung ist in hohem Maße von externen Investitionen abhängig. Einer im folgenden vorgenommenen Exemplifizierung allgemeiner Überlegungen zur Funktionsweise von Bewässerungssystemen werden Beispiele aus dem inneren Karakorum gegenübergestellt. Dieses Hochgebirge ist im Talgrund durch extrem trockene Bedingungen gekennzeichnet.

### Ökologische Rahmenbedingungen

Das Ziel von dezentralisierter Bewässerung im Hochgebirge ist, Wasser aus einem weiten, höhergelegenen Einzugsgebiet kleinräumig so nutzbar zu machen, daß es den Ansprüchen der Anbaufürchte genügt und entsprechendes Pflanzenwachstum sicherstellt. Dabei spielen

**Abb. 4:** Niederschlagsdifferenzierung in Abhängigkeit von der Höhe



nicht die Durchschnittsbedingungen, sondern die Extremwerte raumzeitlicher Wasserverfügbarkeit die entscheidende Rolle (vgl. zum Abflußverhalten der Hochgebirgsflüsse Nordpakistans KOLB 1994). Ein Charakteristikum innerasiatischer Hochgebirge ist die extreme hypsometrische Differenzierung der Niederschläge, die verschiedene Stufen zwischen Aridität und Humidität ausgliedert. HEWITT (1989) hat für den Karakorum dargestellt, daß der überwiegende Teil ausgedehnter Gebiete humiden Stufen zuzuordnen ist (vgl. Abb. 3). Eine flächenhafte Zuordnung dieser Bereiche ergibt, daß sich der allgemein hervorgehobene Charakter eines trockenen Hochgebirges lediglich auf die unterhalb 3000 m gelegene Siedlungszone beschränkt. Diese Zusammenhänge spiegeln einen Niederschlagsgradienten wider, der das Maximum der Wasserakkumulation in der siedlungsleeren Stufe zwischen 4500 m und 5500 m (zwei Drittel) sowie minimale Niederschläge in der Ackerbaustufe belegt (Abb. 4). In letzterer befinden sich die dauerhaft installierten Klimastationen, die damit – wie schon FLOHN (1969, p. 206) betonte – „das Klima mehr oder minder isolierter Trockeninseln wieder[geben]“. Weite Höhenbereiche dienen als Akkumulationszonen von Niederschlägen, die in erster Linie in Firnfeldern und Gletschern gespeichert werden. Mit der regionalen Ausprägung von bis zu einem Drittel vergletschter Fläche stellt der Karakorum ein extrem differenziertes Hochgebirge dar. Die mehr oder minder flächig ausgeprägten Bewässerungsoasen in der ackerbaulich genutzten Talstufe nehmen dagegen weniger als 1% der Gesamtfläche ein. Ein Hemmnis der Bewässerung liegt darin, daß sich die Hauptflüsse als Tiefenlinien der Täler häufig mit traditionellen Methoden nicht anzapfen lassen, da sie bis zu 100 m tief in die pleistozäne Talfüllung eingetieft sind. Zur Bewässerung der ackerbaulich genutzten Terrassen werden daher im allgemeinen Nebenflüsse und Quellen erschlossen. Die Wahl der Siedlungsplätze wird neben der Wasserverfügbarkeit auch durch Schutz vor Fluten, Muren und Hangrutschungen sowie durch die Möglichkeiten zur Terrassierung oder allgemein zur Urbarmachung bestimmt.

Dezentralisierte Bewässerungssysteme machen sich in diesem Umfeld ein lokal eingeschränktes Ressourcenpotential nutzbar. Die jeweilige Irrigationssituation wird durch die Wechselwirkung zwischen Reservoir (Exposi-

tion, Eintrag, Schmelzwasserangebot) und daraus gespeistem Kulturland bestimmt. In Tal-schaften können daher Oasen mit ausreichender Versorgung in direkter Nachbarschaft von Mangelgebieten liegen. Die räumliche Distanz zwischen einem Wasserspeicher, der saisonal stark variierende Beträge an Schmelzwasser zur Verfügung stellt, und Anbauoasen im Talgrund wird mittels eines Bewässerungskanalnetzes überbrückt. Diese Schwankungen wirken auf die agrarische Nutzbarmachung ein. Die vertikale und saisonale Differenzierung der Wasserverfügbarkeit sowie topographische Lageparameter sind entscheidende Rahmenbedingungen für einzusetzende Bewässerungsverfahren.

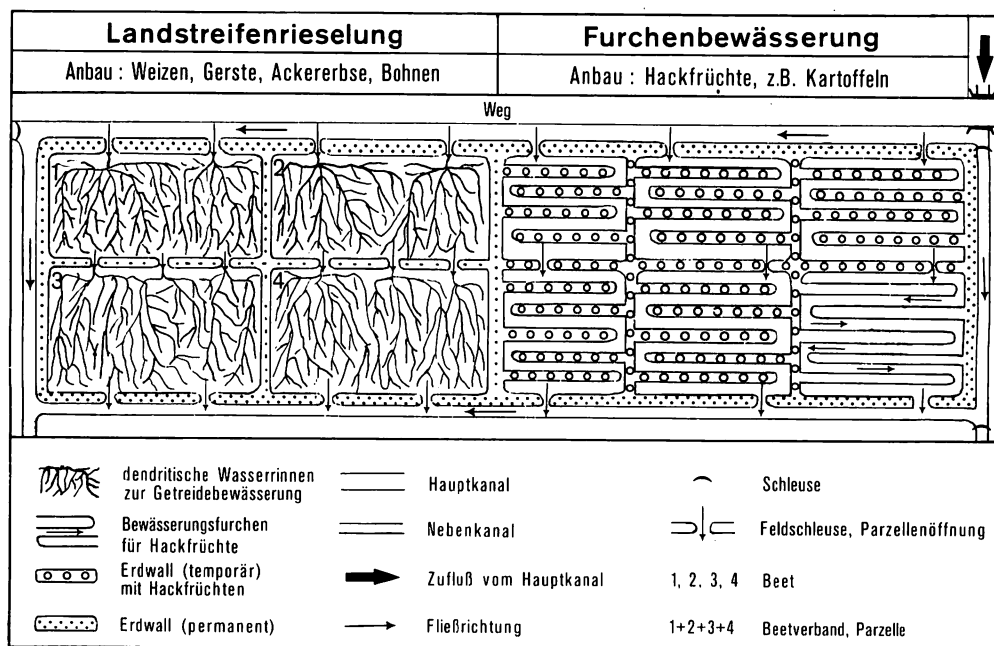
### Landwirtschaft

In der Hauptanbauzone bleiben die Niederschläge signifikant unterhalb der agronomischen Trockengrenze für alle in Frage kommenden Anbaufrüchte. Die agronomische Trockengrenze in den hier vorgestellten inner-

asiatischen Hochgebirgstälern liegt ungefähr bei 250 mm Niederschlag. Damit ist der Minimalwasserbedarf der trockenheitstoleranten Anbaufrüchte Gerste und Millethirse markiert. Alle anderen Kulturpflanzen beanspruchen höhere Wassergaben (vgl. Abb. 8). Bei Niederschlagssummen im Talgrund von unter 160 mm (z.B. an den Stationen Misgar (128), Karimabad (145), Gilgit (132), Bunji (158), Skardu (160), Leh (83) im oberen Indus-Becken oder an den Stationen Murghab (72) und Taxkorgan (71) im Ostpamir) scheidet Regenfeldbau als Kultivierungsform kategorisch aus. Bewässerung erfüllt hier nicht eine ergänzende Funktion zur Sicherung der Erträge, sondern ist eine notwendige Voraussetzung für jeglichen Anbau.

Bei der Versorgung der bewässerten Terrassenfelder wird hauptsächlich die Schwerkraft als Transportmedium ausgenutzt. Gefällegeführte offene Kanäle verbinden den hochgelegenen Anzapfpunkt am Kanalkopf mit den Anbauerrassen. Zwei Bewässerungsformen (Abb. 5) mit einzelnen Varianten dominieren: Land-

**Abb. 5:** Schematische Darstellung der Bewässerungsformen



Entwurf und Zeichnung: H. Kreutzmann

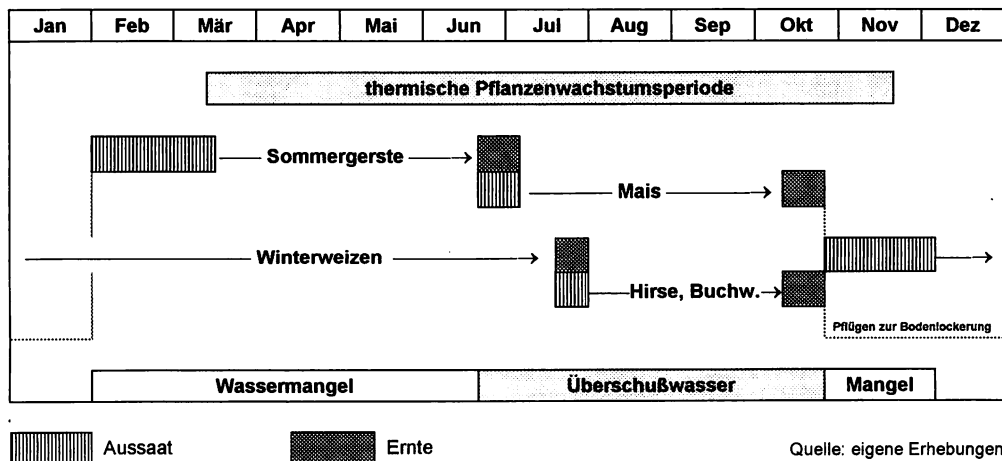
streifenrieselung für den Getreide- und Leguminosenanbau sowie Furchenbewässerung für die Kultivierung von Hackfrüchten. Entscheidend für die Bewässerungssituation ist die Abstimmung der Fruchtfolge mit Wasserangebot und Dauer der Vegetationsperiode.

Im Beispiel aus dem Nordwest-Karakorum (Abb. 6) wird deutlich, daß die Grenze des Doppelernteansbaues erreicht ist. Die Vegetationsperiode wird durch die Fruchtsequenzen vollständig ausgenutzt, was jedoch nicht bedeutet, daß diese Regeln der Wassernutzung schriftlich fixiert sein müssen. Schon geringfügige jährliche Schwankungen gefährden das Ausreifen der Folgefrüchte in dieser viergliedrig-zweijährigen Abfolge. Sowohl die Aussaat von Sommergerste als auch Winterweizen erfolgt außerhalb der Zeiten des Pflanzenwachstums. So soll eine maximale Ausnutzung der knapp bemessenen Zeit von 260 Tagen erreicht werden.<sup>4</sup> Gleichzeitig liegt dieser Abfolge jedoch auch ein Bewässerungsaspekt zugrunde. In die Vegetationsperiode fallen längere Zeitabschnitte mit Defiziten in der Wasserversorgung. Die wichtigsten Brotgetreide werden in Wassermangelperioden angebaut. Winterweizen (sechs Wassergaben) erhält Priorität vor Sommergerste (vier Wassergaben). In der Frühphase des Pflanzenwachstums – von der Aussaat über das Schossen, das Ährenschieben bis zur Blüte – können erforderliche Wassergaben nur über die präferentielle Behandlung dieser Brotgetreide gegenüber

anderen Kulturen wie Leguminosen, Hackfrüchten, Obstbäumen und Grasland sichergestellt werden. Erst mit der Ernte der Erstfrucht setzt ein allgemeiner Wasserüberschuß ein. Eine mögliche Lösung dieses Bewässerungsproblems böte sich durch Anbau nur einer voll ausreifenden Frucht an, die dann zwar höhere Erträge als eine Erstfrucht, jedoch geringere als aus der Sequenz zweier ergäbe. Hier werden Ernährungsengpässe deutlich, die zu einer optimierten Nutzung des Ressourcenangebots geführt haben. Risiken werden insgesamt dadurch erhöht, und Ernteausfälle gefährden eine labile Versorgungssituation.

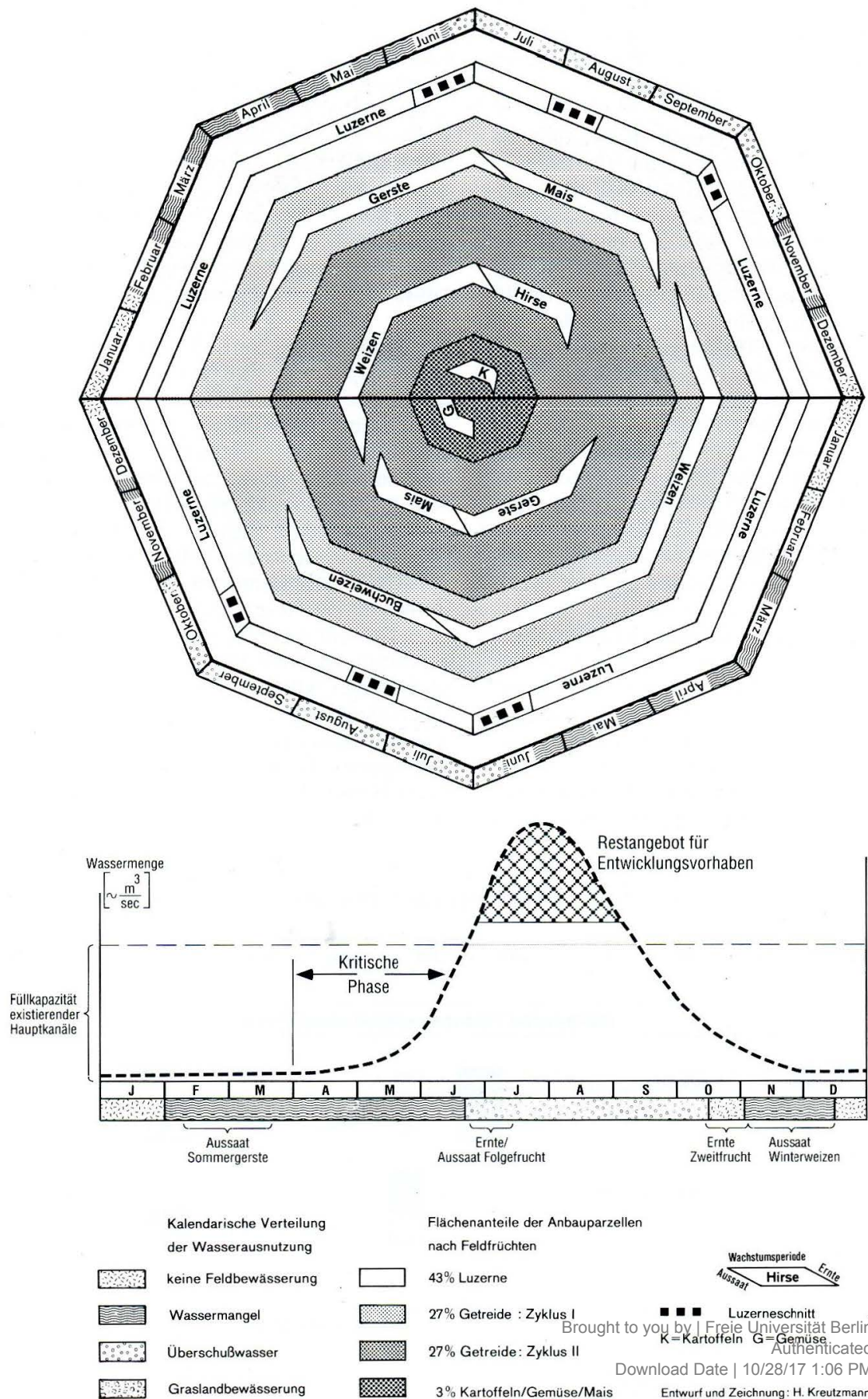
Die Mangelperioden und Extremwerte der Vegetationsperiode sind wichtige Faktoren der landwirtschaftlichen Gestaltung. Im Fallbeispiel (Abb. 7) wird die Verflechtung unterschiedlicher Einflußfaktoren deutlich. Die Getreideanbaufläche ist zur optimalen Nutzung des geringen Wasserdargebots während der Aussaatperioden häufig geteilt. Der einen höheren Wasserbedarf (Abb. 8) und eine längere Reifezeit beanspruchende Weizen wird immer als Wintergetreide gesät. In einem solchen System ergeben sich hinsichtlich der Bewässerungsformen nur geringe Entwicklungsspielräume. Allein während der sommerlichen Überschußzeiten stehen im betrachteten Bewässerungssystem noch Wasserreserven zur Verfügung, die jedoch ohne Wirkung für die Bedarfszeiträume bleiben. Der Bau eines neuen Kanals durch ein landwirtschaftliches

**Abb. 6:** Bewässerung und Anbauperiode bei viergliedrig-zweijähriger Fruchtfolge





**Abb. 7:** Bewässerung und Fruchtfolge in Zentralhunza





Entwicklungsprojekt Anfang der achtziger Jahre wurde zwar als ein Fortschritt gefeiert, der die Anbaufläche enorm ausweite (HUDSON 1982, p. 29; SAUNDERS 1985, p. 19), trug jedoch zur Verbesserung der Anbausituation nur marginal bei. Entwicklungsansätze haben sich hier auf die Mangelperioden bzw. auf die Erschließung neuer Ressourcen zu konzentrieren. Die Errichtung, Instandhaltung und Organisation eines solchen Systems erfordern einen hohen Managementaufwand, der in den sozioökonomischen Strukturen abzulesen ist.

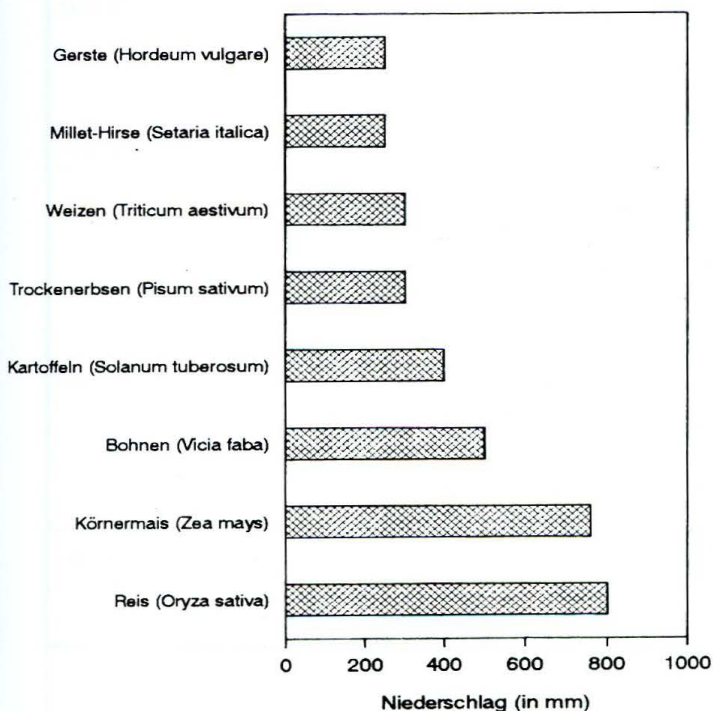
### Sozioökonomische Faktoren

Die dauerhafte Funktionsweise von Bewässerungsanlagen ist Ausdruck einer gewachsenen Struktur, die durch institutionelle und organisatorische Eigenschaften (COWARD 1991) definiert ist. Der Begriff Bewässerungs-Institution beinhaltet Verhaltensregeln, Normen und Gewohnheiten, die soziales Verhalten bestimmen. Sie repräsentieren den Idealzustand und die Konventionen, die von Nutzergemeinschaften akzeptiert werden und dem Bewässerungssystem zugrunde liegen. Rituelle Handlungen, wie die feierliche Eröffnung des Be-

wässerungsjahres, aber auch gesellschaftliche Prinzipien wie die gemeinschaftliche Reinigung und Reparatur von Bewässerungskanälen, Konventionen über die präferentielle Verwendung von Wasser und das allgemeine Anrecht auf unbeschränkte Nutzung von Trinkwasser sind durch Institutionen in regional modifizierter Form festgelegt. Die normierten Gesetzmäßigkeiten des Verhaltenskodex bilden den Handlungsrahmen für beteiligte Akteure.

Die realen Handlungsmuster werden wiederum bestimmt durch Einrichtungen der Sozialorganisation, die formalisiert sein können, jedoch in kleineren Gruppen durchaus informell funktionieren können. In diese Bewässerungspraxis fallen gemeinschaftliche Organisationen, die Regeln implementieren, den Bewässerungskalender und Verteilungsschlüssel anwenden, Personen mit Aufgaben gemeinschaftlicher Interessenvertretung betrauen und gegebenenfalls Sanktionierungen vornehmen. Die so angedeuteten Formen der Sozialorganisation existieren auf unterschiedlichen Hierarchieebenen. Beide Pole – Institution und Sozialorganisation – reflektieren den Zustand eines Bewässerungssystems sowohl hinsichtlich der Erwartungen an die Funktionsweise als auch an die Bewässerungspraxis. Dieser Zusammenhang wird wichtig bei der Untersuchung von Bewässerungssystemen, wenn die Handlungen der Akteure eingeschätzt werden sollen.

**Abb. 8:** Trockengrenzen ausgewählter Nutzpflanzen



Quelle: Daten nach Andreae (1983: 68)

Institutionelle und organisatorische Felder (Tab. 1) verteilen sich im wesentlichen auf sechs Bereiche, die die Gestaltung, den Betrieb und die Kontrolle des Bewässerungssystems charakterisieren.<sup>5</sup> Die außergewöhnlichen Aufgaben konzentrieren sich auf einmalige Tätigkeiten wie den Bau neuer oder die Erweiterung bestehender Anlagen sowie die episodische Mobilisierung von Katastrophenhilfe. Daneben existieren vielfältige regelmäßige Tätigkeiten in der Pflege und der Erhaltung der Systeme, wie beispielsweise in ihrer primären Funktion, der rechtzeitigen und angemessenen Zuteilung von Irrigationswasser auf der Basis vereinbarter Schlüssel.

Die Einhaltung der Regeln überwachen Funktionäre, die von der Gruppe der Nutzungsberechtigten bestimmt werden und die gewohnheitsmäßig festgesetzte und Untergruppen zustehende Anrechte zuteilen, Terminabsprachen

mit Haushalten über Wassergaben vornehmen und den Ablauf des Bewässerungsvorganges kontrollieren. Regelverstöße werden von eigens dazu beauftragten Gremien sanktioniert oder auch vor Körperschaften verhandelt, die zur Schlichtung allgemeiner Rechtsübertretungen eingesetzt worden sind. Aus diesen Komponenten lassen sich Sozialstrukturen ableiten und erkennen, die Ergebnis historischer Prozesse sind. Bewässerungssysteme reflektieren die internen Sozialbeziehungen in Nutzergemeinschaften und sind Produkte einer ständigen Anpassung, die immer dann notwendig wird, wenn Institutionen und Sozialorganisation divergieren. Veränderungen auf Organisationsebene finden ihren Niederschlag auf der Institutionenebene. Die Untersuchung konkreter Fallbeispiele im innerasiatischen Hochgebirgsgürtel hat verdeutlicht, daß in einer diachronischen Analyse mit der Genese von Bewässerungssystemen vielgestaltige Abläufe

verbunden sind. An Kanalsystemen partizipieren Nutzergruppen, die mit der wasserwirtschaftliche Baumaßnahmen initiiierenden Zentralinstanz kooperiert haben. Die so erworbenen Wasserzugangsrechte weisen einen hohen Grad an Nachhaltigkeit auf und blieben weitgehend bis in die Gegenwart erhalten (KREUTZMANN 1990). Jüngere Projekte hatten verbleibende Ressourcen oder Wasserüberschüsse zu nutzen und mußten sich bestehenden Rechtstiteln unterordnen. In Abhängigkeit von der Durchsetzungsfähigkeit lokaler Herrschaft persistierten solche Arrangements oder waren Modifikationen unterworfen. Wichtig bleibt jedoch die notwendige Kooperation zwischen Initiatoren und Nutzern, die in Wasserrechten abzulesen ist. Das Zusammenspiel dieser Faktoren ergibt ein Erscheinungsbild, das wesentlich durch Rechtstitel und in geringerem Maße durch ökologische Gesichtspunkte gestaltet ist. Bewässerungssysteme ver-

**Tab. 1:** Institutionelle und organisatorische Aspekte der Bewässerung

<b>Institutionelle und organisatorische Felder</b>	<b>Aufgabenbereiche</b>	<b>Tätigkeiten</b>	<b>Beteiligte Gruppen</b>
Wassererschließung	Erweiterung bestehender und Bau neuer Anlagen	einmalig	Nutzergruppen
Wasserdistribution	Verteilung von Irrigationswasser nach vereinbarten Schlüsseln, Einhaltung des Bewässerungsplans	regelmäßig	beauftragte Funktionäre
Systempflege/Instandhaltung	Reinigung und Reparatur der Bewässerungskanäle	regelmäßig	Anrainer/ Nutzergruppen
Ressourcenmobilisierung	Katastrophenhilfe, Regelung unvorhergesehener Ereignisse, Aquisition von Arbeit und Kapital für neue Projektvorhaben	episodisch	alle Nutzungsberechtigten
Administration	Vergabe von Aufgaben und Posten, Festlegung von Abgaben und Gebühren	alljährlich	alle Nutzungsberechtigten ( <i>jirga</i> )
Jurisdiktion	Schlichtung von Disputen, Sanktionierung, Kompensation Geschädigter	episodisch	beauftragte Funktionäre, Dorfälteste

Quelle: eigener Entwurf

körpern nicht notwendigerweise traditionelle Kulturformen, sondern sind das Resultat vielfältiger Anpassungsprozesse. Die aktuell zu untersuchende Situation ist vielmehr das Ergebnis einer Genese als das einer Stagnation. Die Wechselwirkung von Institution und Organisation ist entscheidend für die Betrachtung externer Interventionen in der Erscheinungsform von Entwicklungsmaßnahmen.

### Regionalplanung und Entwicklungszusammenarbeit

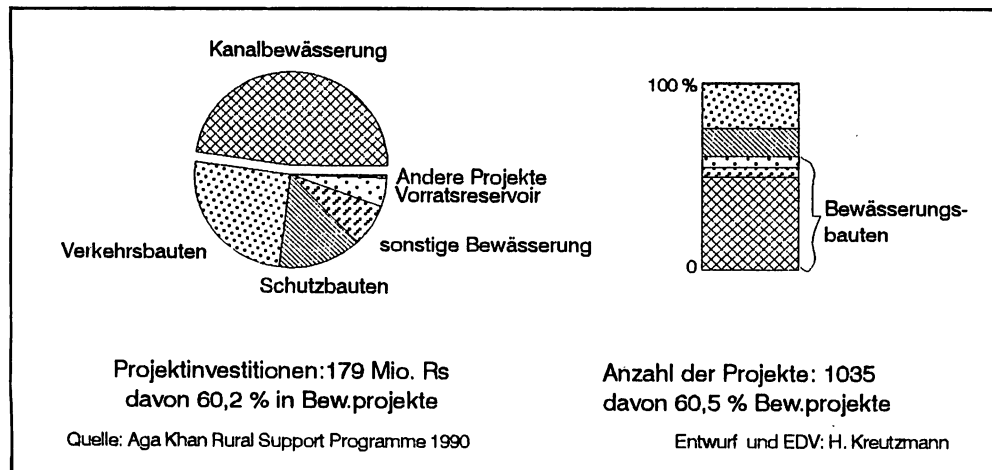
Die verstärkte Integration von Hochgebirgsregionen in übergeordnete Verwaltungsgebiete sowie die schon erwähnten Entwicklungsprojekte haben entscheidend dazu beigetragen, daß die offenen Systeme (vgl. Abb. 2) externen Einflüssen ausgesetzt sind. Entwicklungsprogramme intervenieren vorwiegend im technologischen und organisatorischen Bereich. Der technische Aspekt richtet sich auf die Modernisierung existierender Bewässerungssysteme durch Verbesserung der Leitungssysteme, Stabilisierung der Anlagen und Erhöhung der Effizienz in der Ausnutzung vorhandener Ressourcen.

Wurden traditionell Kanäle mit Werkzeugen aus Steinbockgehörn und lokal verfügbaren Materialien wie Holz und Stein errichtet, so haben nun auch Dynamit und Drillbohrer Einzug gehalten. Die dafür notwendigen Investi-

tionen werden über Regionalentwicklungsprogramme oder aus Mitteln bilateraler Zusammenarbeit zur Verfügung gestellt. Allein aufgrund dieser Bedingungen und der damit verbundenen Risikoabschwächung für Kleinbauern können kapitalintensive neue Techniken (Sprinkler, Bubbler, Drip Irrigation und Pumpbewässerung) ausprobiert und eine Bereitschaft der Lokalbevölkerung zur Partizipation gesichert werden. Gleichzeitig erfolgen Maßnahmen im Agrarsektor, die unter dem Stichwort „Grüne Revolution“ hinlänglich bekannt sind und Auswirkungen für die Bewässerungswirtschaft zeigen. Damit verbundene Anpassungsvorgänge des Bewässerungssystems betreffen in erster Linie organisatorische Aspekte.

Der Bau neuer Kanalsysteme erfordert eine Abgleichung mit bestehenden Netzwerken, die Formalisierung der Wasserverwaltung und der Abgabenordnung. Interventionen dieser Art wirken zunächst auf die Sozialorganisation im Bewässerungssektor, mittelfristig erfordern sie jedoch eine Anpassung der Bewässerungsinstitutionen. In zahllosen Beispielen blieben solche Gesichtspunkte unberücksichtigt und haben zu Fehlinvestitionen und verlustreichen Anstrengungen in Bewässerungsprojekten geführt. Trockengebliebene Kanäle oder Bauruinen sind Zeugen dieser Fehlschläge. Häufig wurden die ökologischen Rahmenbedingungen unterschätzt, die Verfügungsrechte über Ressourcen sowie landwirtschaftliche und gesell-

**Abb. 9:** Infrastrukturprojekte in Osthindukusch und Karakorum 1983-1990



schaftliche Verflechtungen verkannt. Projekte dieser Art sind sowohl aus der Kolonialzeit als auch seit der Unabhängigkeit bekannt geworden, wenn mit lokalen Gegebenheiten unvertraute Bürokratien von Eigeninteressen geprägte Projekte dörflichen Gemeinschaften aufoktroierten. Einige jüngere Entwicklungsprojekte, die häufig von Nichtregierungsorganisationen initiiert wurden, haben sich einer Vorgehensweise verschrieben, die einmal die Expertise und Bedürfnisse der Zielgruppe (Kleinbauern) vorrangig berücksichtigt und zum zweiten durchzuführende Projekte von den Betroffenen selbst identifizieren und implementieren läßt.

Diesem Ansatz folgend wurden im Osthindukusch und Karakorum in der letzten Dekade Entwicklungsmaßnahmen auf Dorfebene seitens eines nicht-staatlichen Entwicklungsträgers angeboten. Eine Anfang der neunziger Jahre durchgeführte Bilanzierung<sup>6</sup> hat bestätigt, daß der Entwicklung der Wasserwirtschaft ein hoher Stellenwert beigemessen wird. Die Kleinbauern setzten wasserbauliche Maßnahmen an die oberste Stelle ihrer Prioritätenliste für Infrastrukturprojekte. Von insgesamt 1035 Projekten wurden mehr als 60% im Bewässerungssektor durchgeführt (Abb. 9), ähnliche Dimensionen erreichte der Mittelabfluß. Die Maßnahmen, die von der gesamten Dorfgemeinschaft getragen werden, haben zur Stabilisierung und Ausweitung bestehender Bewässerungsoasen sowie zur Meliorisierung und zur dauerhaften Erschließung neuen Kulturlandes beigetragen. Der nachhaltige Erfolg beruht auf verschiedenen Faktoren:

- Projektmaßnahmen werden von den Betroffenen selbst bestimmt, auf Konsensbasis beschlossen und gemeinschaftlich ausgeführt.
- Planung und Umsetzung der Vorhaben liegen in Händen der Kleinbauern, die von einheimischen, mit den lokalen Gegebenheiten vertrauten Ingenieuren in der technischen Konzipierung unterstützt werden.
- Das Management der Bewässerungsanlagen folgt bewährten Prinzipien und wird in der formalen Ausgestaltung an lokale Organisationsstrukturen und Praxiserfahrungen angepaßt.
- Eine gegenüber dem Gebirgsvorland vergleichsweise geringe sozialstrukturelle Heterogenität fördert die Umsetzung gleichberechtigter Ressourcenerschließung, von der alle beteiligten Haushalte in gleichem Maße profitieren.

rogenität fördert die Umsetzung gleichberechtigter Ressourcenerschließung, von der alle beteiligten Haushalte in gleichem Maße profitieren.

Im Projektansatz, der die Schaffung dauerhaft funktionierender Gemeinschaftseinrichtungen verfolgt, ist der Schwerpunkt auf die Stärkung lokaler Institutionen gelegt worden. Es bleibt festzuhalten, daß bestimmte Projekte erst aufgrund externer Finanzhilfe durchführbar („feasible“) wurden. Die Dorfgemeinschaften hätten auf der Basis ihrer eigenen Ressourcen einen Großteil der Vorhaben kaum realisieren können. Insgesamt haben die Maßnahmen zu einer signifikanten Ausdehnung der Bewässerungsoasen bei gleichberechtigter Partizipation aller beteiligten Haushalte an Einsatz und Resultat beigetragen. Insgesamt förderte dieses Programm die Stabilisierung der Bewässerungsinfrastruktur und der mit ihr verbundenen Organisationsformen.

## Schlußfolgerungen

In der Behandlung von Wasser als Entwicklungsfaktor wurde ein Systemansatz verwendet, der die kritischen Elemente und Verflechtungen einzelner Komponenten hervorheben sollte. Selbstverständlich konnten die einzelnen Fallbeispiele lediglich bestimmte Situationen – teilweise extreme – aufzeigen und kaum die Vielfalt möglicher Kombinationen abdecken. Dennoch lassen sich einige Regelmäßigkeiten erkennen, die gerade für einen Entwicklungsansatz verallgemeinerbar erscheinen. Ziel der Umsetzung nachhaltiger Entwicklungsprogramme sollte es daher sein, diese Strukturen zu erkennen und nutzbar zu machen. Eine einseitige Projektidentifizierung anhand technischer Durchführbarkeits-Berechnungen und budgetierter Ausgaben verhindert mit hoher Wahrscheinlichkeit dauerhafte Problemlösungen.

Ökologische Begrenzungen in Wasser- und Bodenverfügbarkeit stellen Grundvoraussetzungen der Planung vor Ort dar und zeigen in Kombination mit agronomischen Limitierungen den Handlungsspielraum auf, der für jede Lokalität zu prüfen ist. Die ergebnisorientierte Einbeziehung Betroffener in Planung und Umsetzung von Projektmaßnahmen und die Abgleichung sozialorganisatorischer Interventionen mit bestehenden Institutionen reduzieren



das Risiko von Projektfehlschlägen. Allgemein kommen in den montanen Bewässerungsoasen vorherrschende und vergleichsweise ausgeglichene Agrarsozialstrukturen diesen armuts- und zielgruppenorientierten Ansätzen entgegen, was die konzeptionelle Umsetzung einer partizipatorischen Einbindung aller Beteiligten erleichtert. Das Beispiel von Bewässerungssystemen in Hochgebirgen zeigt die Notwendigkeit interdisziplinärer Kooperation und die Chancen einer ganzheitlichen Herangehensweise zum Zwecke nachhaltiger Entwicklung deutlich auf.

## Anmerkungen

1 Der seit den sechziger Jahren betriebene Bau von Staudämmen an den Zuflüssen des Fünfstromlandes in Indien und Pakistan ist darüber hinaus ein Resultat des Abkommens zwischen beiden Staaten über die Nutzung der Himalaya-Schmelzwässer (Indus Water Treaty 1960). Von der Teilung des Subkontinents war auch das kompakte Bewässerungsgebiet und -system des Punjab betroffen. Ein Verteilungskonflikt über die Nutzung der Fremdlingsflüsse wurde durch internationale Vermittlung abgewendet (MICHEL 1967). Der seither geltende Verteilungsschlüssel konnte durch den Bau von Rückhaltebecken, Staudämmen und Verbindungskanälen (link canals) zwischen Anzapfpunkten und bestehenden Kanalsystemen gewährleistet werden. Diese Umstrukturierung wurde gleichzeitig vom Ausbau der hydroelektrischen Energiegewinnung begleitet (vgl. DÖSCHER/VICTORIA 1992; zur kolonial erweiterten bzw. induzierten Bewässerung im Fünfstromland und ihren Folgen allgemein BANDYOPADHYAY/GYAWALI 1994; DETTMANN 1978; GILMARTIN 1994; MICHEL 1967; ROY 1990; SCHOLZ 1984, 1987).

2 Diese Wahrnehmung der Bewässerungswirtschaft läßt sich am Beispiel Pakistans in Handbüchern (ACHTNICH 1980), Konzepten zur ländlichen Regionalentwicklung (MANIG/KUHNE 1986, KUHNEN 1986) und Regionalabhandlungen (JOHNSON 1969, 1979) nachvollziehen; lediglich Karez-Bewässerung in Baluchistan nimmt eine Ausnahmestellung in diesem Zusammenhang ein; vgl. BALLAND 1992, 1993; RAHMAN 1981; SCHOLZ 1970, 1978.

3 Eine Zunahme von Publikationen zu diesem Thema läßt sich erst in jüngerer Zeit verzeichnen; vgl. AASE 1992; BENTUM, NAMGYAL/SMOUT 1989; COWARD 1990, 1991; DANI/CAMPBELL 1986; HUNT/HUNT 1976; SMOUT/BENTUM/NAMGYAL 1992; STERN 1980; WHITEMAN 1985a, b; YODER et al. 1987. Geographische Untersuchungen existieren vorwiegend als Fallstudien zur Bewässerung im innerasiatischen Hochgebirgsgürtel oder als Teil agrargeographischer Abhandlungen; vgl. CHARLES 1985; GOLOMB 1951; GRÖTZBACH 1973; ISRAR-UD-DIN 1992; KREUTZMANN 1990; NAGEL 1973; NITZ 1966; PATZELT/DE GRANCY 1978.

4 Die Pflanzenwachstumsperiode wird auf der Basis mittlerer Monatstemperaturen oberhalb 5 °C thermisch definiert (vgl. WHITEMAN 1985a, Fig. 1). Mit zunehmender Meereshöhe und Kontinentalität reduzieren sich diese Zeitspannen, wie die Werte aus einem S-N-Profil durch den Karakorum-Hauptkamm verdeutlichen: Chilas (1260 m; 365 Tage); Gilgit (1450 m; 311 Tage); Karimabad (2300 m; 260 Tage); Misgar (3088 m; 196 Tage); Taxkorgan (3120 m; 182 Tage). Dieses sind jedoch über längere Zeiträume gemittelte Werte. WEIERS (1995, Fig. A605) hat für die Station Karimabad die Schwankungen der Dauer und des Beginns bzw. des Endes der Vegetationsperiode zwischen 1980 und 1989 graphisch dargestellt und dabei Oszillationen von bis zu 37 Tagen nachgewiesen. Vgl. allgemein zum Klima des weiteren Untersuchungsgebietes REIMERS 1992, WEIERS 1995.

5 Im Unterschied zu dezentralisierten, kleinbäuerlichen Bewässerungssystemen haben vergleichsweise große Bewässerungsanlagen die Ausbildung zentraler Macht und hierarchischer Autorität nach sich gezogen. Solche Strukturen treten dort auf, wo lokal nicht verfügbare Technologien und Kapitalinvestitionen zum Einsatz kommen sowie Verteilungskonflikte durch Sicherung der Anbauregionen wehrhaft ausgetragen werden; vgl. NETTING (1974, p. 33). Nach WITTFOGEL (1956; 1957) waren die Organisation der Arbeitsaufgaben, Steuereintreibung, Rechtsinstanzen und Verwaltungsbürokratie in großen Bewässerungsanlagen allesamt Bestandteile des „hydraulischen Despotismus“.

6 Die hier präsentierten Daten beruhen auf einer Auswertung interner Unterlagen des Aga Khan Rural Support Programme in Gilgit (Northern Areas, Pakistan). Vgl. zum Projektansatz World Bank 1990.

## Literatur

- AASE, T.H. (1992): Electrification and Water Management in the Northern Areas of Pakistan. Bergen. (= Socio-economic study report 1; Department of Geography Bergen).
- ACHTNICH, W. (1980): Bewässerungslandbau. Stuttgart.
- AGACHANJANC [Agakhanyantz], O.E./LOPATIN, I.K. (1978): Main Characteristics of the EcoSystems of the Pamirs, USSR. In: Arctic and Alpine Research, 10 (2), pp. 397-407.
- BALLAND, D. (Ed.) (1992): Les Eaux Cachées. Études Géographiques sur le Galeries Drainantes Souterraines. Paris. (= Publications du Département de Géographie de l'Université de Paris-Sorbonne 19).
- BALLAND, D. (1993): Karez Irrigation in Afghanistan. In: Xia Xuncheng/Song Yudong (Eds.): The Proceedings of the International Conference on Karez Irrigation. Urumqi, pp. 150-158.
- BANDYOPADHYAY, J./GYAWALI, D. (1994): Himalayan Water Resources: Ecological and Political Aspects of Management. In: Mountain Research and Development, 14 (1), pp. 1-24.

- BENTUM, R. van/NAMGYAL, K./SMOUT, I. (1989): Successful Renovation of a Farmers' Canal: A Case Study from Bhutan. In: Rydzewski, J.R./Ward, C.F.: *Irrigation Theory and Practice*. Southampton, 221-230.
- CHARLES, C. (1985): La Vallée de Hunza, Karakorum – Pakistan – Milieu Naturel, Aménagement Traditionnel et Mutations Récentes dans une Vallée Aride du Nord-Ouest de L'Ensemble Himalayen. Grenoble.
- COWARD, E. W. (1990): Property Rights and Network Order: The Case of Irrigation Works in the Western Himalayas. In: *Human Organization*, 49 (1), pp. 78-88.
- COWARD, E. W. (1991): Planning Technical and Social Change in Irrigated Areas. In: Cernea, M.M. (Ed.): *Putting People First. Sociological Variables in Rural Development*. New York, pp. 46-72.
- DANI, A.A./CAMPBELL, J.G. (1986): Sustaining Upland Resources. People's Participation in Watershed Management. Kathmandu. (= ICIMOD Occasional Paper 3).
- DETTMANN, K. (1978): Die britische Agrarkolonisation im Norden des Industrieflandes. Der Ausbau der Kanalkolonien im Fünfstromland. In: *Mitteilungen der Fränkischen Geographischen Gesellschaft*, 23/24. Erlangen, pp. 375-411.
- DÖSCHER, H.-D./VICTORIA, J.J. (1992): Bewässerung und Wasserkraftnutzung am Indus in Pakistan. In: *Wasserwirtschaft*, 82 (3), pp. 119-125.
- FLOHN, H. (1969): Zum Klima und Wasserhaushalt des Hindukusch und der benachbarten Hochgebirge. In: *Erdkunde*, 23, pp. 205-215.
- GILMARTIN, D. (1994): Scientific Empire and Imperial Science. Colonialism and Irrigation Technology in the Indus Basin. In: *The Journal of Asian Studies*, 53 (4), pp. 1127-1149.
- GOLOMB, L.W. (1951): A Study of Irrigation in East Turkestan. In: *Anthropos*, 46 (1-2), pp. 187-199.
- GRÖTZBACH, E. (1973): Formen bäuerlicher Wirtschaft an der Obergrenze der Dauersiedlung im afghanischen Hindukusch. In: *Erdwissenschaftliche Forschungen*, 5, pp. 52-61.
- HEWITT, K. (1989): The Altitudinal Organisation of Karakoram Geomorphic Processes and Depositional Environments. In: *Zeitschrift für Geomorphologie*, N.F. 76, pp. 9-32.
- HUDSON, N.W. (1982): Report on Irrigation Consultancy. National College of Agricultural Engineering. London.
- HUNT, R.C./HUNT, E. (1976): Canal Irrigation and Local Social Organization. In: *Current Anthropology*, 17 (3), pp. 389-411.
- HUPPERT, W./WALKER, H.H. (1988): Management von Bewässerungssystemen: Ein Orientierungsrahmen. Eschborn.
- ISRAR-UD-DIN (1992): Irrigation and Society in Chitral District: A Case Study of Khot Valley. In: *Pakistan Journal of Geography*, 2 (1-2), pp. 113-143.
- JOHNSON, B.L.C. (1969): South Asia. London.
- JOHNSON, B.L.C. (1979): Pakistan. London.
- KOLB, H. (1994): Abflußverhalten von Flüssen in den Hochgebirgen Nordpakistans. Grundlagen, Typisierung und bestimmende Einflußfaktoren an Beispielen. In: Haserodt, K.: *Physisch-geographische Beiträge zu Hochgebirgsräumen Nordpakistans und der Alpen*. Berlin, pp. 21-113. (= Beiträge und Materialien zur Regionalen Geographie, Heft 7).
- KREUTZMANN, H. (1990): Oasenbewässerung im Karakorum. Autochthone Techniken und exogene Überprägung in der Hochgebirgsländwirtschaft Nordpakistans. In: *Erdkunde*, 44, pp. 10-23.
- KUHNEN, F. (1986): Basic Aspects of Development and Ecology in Pakistan. In: Klennert, K. (Ed.): *Rural Development and Careful Utilization of Resources: The Cases of Pakistan, Peru and Sudan*. Baden-Baden, pp. 149-170.
- LIPIETZ, A. (1993): Berlin, Bagdad, Rio. Das 21. Jahrhundert hat begonnen. Münster.
- MANIG, W./KUHNEN, F. (1986): The Case of Pakistan. In: Klennert, K. (Ed.): *Rural Development and Careful Utilization of Resources: The Cases of Pakistan, Peru and Sudan*. Baden-Baden, pp. 19-58.
- MICHEL, A.A. (1967): *The Indus Rivers. Study of the Effects of Partition*. London.
- MIEHE, G. (1991): Der Himalaya, eine multizonale Gebirgsregion. In: Walter, H./Breckle, S.-W. (Hrsg.): *Ökologie der Erde. Band 4: Spezielle Ökologie der Gemäßigten und Arktischen Zonen außerhalb Euro-Nordasiens*. Stuttgart, New York, pp. 181-230.
- Mountain Agenda (1992): *An Appeal for the Mountains*. Berne.
- NAGEL, E.H. (1973): Der Reisbau bei den Kho in Chitral. In: *Erdwissenschaftliche Forschung*, 5, pp. 129-140.
- NETTING, R. (1974): Agrarian Ecology. In: *Annual Review of Anthropology*, 3, pp. 21-56.
- NITZ, H.-J. (1966): Formen bäuerlicher Landnutzung und ihre räumliche Ordnung im Vorderen Himalaya von Kumaon (Nordwestindien). In: *Heidelberger Geographische Arbeiten*, 15, pp. 311-330. (= Heidelberger Studien zur Kulturgeographie. Festgabe für Gottfried Pfeifer).
- PATZELT, G./GRANCY, R.S. de (1978): Die Ortschaft Ptukh im östlichen Wakhan. In: Grancy, R.S. de/KOSTKA, R. (Eds.): *Großer Pamir*. Graz, pp. 215-247.
- PEARCE, F. (1991): The Dam that should not be built. In: *New Scientist*, 26 January 1991.
- RAHMAN, M. (1981): Ecology of Karez Irrigation: A Case for Pakistan. In: *Geojournal*, 5 (1), pp. 7-15.
- REIMERS, F. (1992): Untersuchungen zur Variabilität der Niederschläge in den Hochgebirgen Nordpakistans und angrenzender Gebiete. Berlin. (= Beiträge und Materialien zur Regionalen Geographie, Heft 6).
- ROY, B.K. (1990): Water in India with Reference to Agriculture and Population: Some Issues and Patterns. In: *Geojournal*, 20, pp. 271-284.
- SAUNDERS, F. (1983): Karakoram Villages. Gilgit.
- SAUNDERS, F. (1985): Progress Review (May 1982 –

- April 1985) of the Integrated Rural Development (IRD) Programme of the Government of Pakistan (Pak/80/009). Rom.
- SCHOLZ, F. (1970): Beobachtungen über künstliche Bewässerung und Nomadismus in Belutschistan. In: Strukturwandlungen im nomadisch-bäuerlichen Lebensraum des Orients. Wiesbaden, pp. 53-79. (= Beiheft Erdkundliches Wissen, 26).
- SCHOLZ, F. (1978): Irrigation and Nomadism in Baluchistan. In: Applied Science and Development, 11, pp. 90-111.
- SCHOLZ, F. (1984): Bewässerung in Pakistan. Zusammenstellung und Kommentierung neuester Daten. In: Erdkunde, 38, pp. 216-226.
- SCHOLZ, F. (1987): Indus-Left-Bank Outfall Drain. Ein Versuch Pakistans zur bleibenden Sicherung der Landwirtschaft im Industiefland. In: Erdkunde, 41, pp. 246-249.
- SMOUT, I.K./BENTUM, R.J. van/NAMGYAL, K. (1992): Technical Intervention and Farmer Participation in Hill Irrigation: A Case Study from a Project in Bhutan. In: Science, Technology and Development, 11 (3), pp. 327-346.
- STALEY, J. (1982): Words for my Brother. Travels Between the Hindu Kush and the Himalayas. Karachi.
- STARR, J.R./STOLL, D.C. (1988): The Politics of Scarcity. Water in the Middle East. London.
- STERN, P. (1980): Small-Scale Irrigation: A Manual of Low-Cost Water Technology. London.
- STONE, P.B. (Ed.) (1992): The State of the World's Mountains. A Global Report. London.
- TROLL, C. (1972): The Upper Limit of Aridity and the Arid Core of High Asia. In: Troll, C. (Ed.): Geoecology of the High-Mountain Regions of Eurasia – Landschaftsökologie der Hochgebirge Eurasiens. Wiesbaden, pp. 237-243. (= Erdwissenschaftliche Forschungen, 4).
- UHLIG, H. (1995): Persistence and Change in High Mountain Agricultural Systems. In: Mountain Research and Development, 15 (3), pp. 199-212.
- WEIERS, S. (1992): Climate and Hydrology in the Karakorum. In: CAK Newsletter, 2, pp. 78-79.
- WEIERS, S. (1995): Zur Klimatologie des NW-Karakorum und angrenzender Gebiete. Bonn. (= Bonner Geographische Abhandlungen, 92).
- WHITEMAN, P.T.S. (1985a): Mountain Oases. Gilgit.
- WHITEMAN, P.T.S. (1985b): Mountain Agronomy in Ethiopia, Nepal and Pakistan. In: Allan, N.J.R./ Knapp, G.W./ Stadel, C. (Eds.): Human Impact on Mountains. Totowa N.J., pp. 57-82.
- WITTFOGEL, K.A. (1956): The Hydraulic Civilizations. In: Thomas, W.L. (Ed.): Man's Role in Changing the Face of the Earth. Chicago, pp. 152-164.
- WITTFOGEL, K.A. (1957): Oriental Despotism. A Comparative Study of Total Power. New Haven.
- World Bank, The (1990): The Aga Khan Rural Support Programme in Pakistan. A Second Interim Evaluation. Washington.
- YODER, R./ MARTIN, E.D./ BARKER, R./ STEENHUIS, T.S. (1987): Variations in Irrigation Management Intensity: Farmer-Managed Hill Irrigation Systems in Nepal. Ithaca.